

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

2 Übersetzung der
europäischen Patentschrift

51 Int. Cl. 6:
H 04 N 1/46

87 EP 0 473 432 B1

10 DE 691 26 647 T 2

21 Deutsches Aktenzeichen: 691 26 647.6
86 Europäisches Aktenzeichen: 91 307 919.0
86 Europäischer Anmeldetag: 29. 8. 91
87 Erstveröffentlichung durch das EPA: 4. 3. 92
87 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 25. 6. 97
47 Veröffentlichungstag im Patentblatt: 11. 12. 97

DE 691 26 647 T 2

30 Unionspriorität:

574145 29.08.90 US

73 Patentinhaber:

Xerox Corp., Rochester, N.Y., US

74 Vertreter:

Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser,
Anwaltssozietät, 80538 München

84 Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT

72 Erfinder:

Harrington, Steven J., Holley, New York 14470, US;
Klassen, R. Victor, Webster, New York 14580, US

54 Farbdrucken

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 691 26 647 T 2

91 307 919.0

XEROX CORPORATION

Die vorliegende Erfindung betrifft das Drucken eines von einem Vollfarbennbild abgebildeten Hervorhebungs-Farbbildes, und insbesondere das Hervorhebungs-Farbdrucken, das für den Betrachter wichtige Information bewahrt.

Farbbilder sind in der heutigen Druckindustrie ein bezeichnendes Element. Als Ergebnis wurden zunehmend elektronische Farbdrucker und Farbdruck-Schaffungswerkzeuge entwickelt, um Farbbilder mit Benutzung elektronischer Druckverfahren zu erhalten. Viele Farbdrucke werden mit Benutzung von Vollfarben ausgeführt, wobei der Umfang der Farben Färbungen und Schattierungen des Vollfarbenspektrums mit einschließt - Rot-, Grün-, Blau-Farben und ihre Kombinationen. Eine bedeutsame Menge von Farbdrucken kann jedoch mit Benutzung einer Hervorhebungsfarbe ausgeführt werden. Bei dieser Druckart werden im Druckvorgang nur zwei Farben benutzt. Diese Farben umfassen Schwarz und eine Hervorhebungsfarbe (üblicherweise Rot oder Blau). Elektronische Drucker können speziell für Hervorhebungsfarbdruck ausgelegt sein. Der Hervorhebungsfarbdrucker ist allgemein schneller und weniger kostenaufwendig als der Vollfarbendrucker, da nur zwei Farben bearbeitet werden, im Gegensatz zu den drei oder vier Farben, die verarbeitet werden müssen, um Vollfarbenabbilder zu erhalten.

Der Umfang von Vollfarben ist ein dreidimensionales Volumen, das durch die doppelte Sechseckpyramide 10 nach Fig. 1 der beigefügten Zeichnungen dargestellt werden kann. Bei dieser Darstellung verändern sich die Schattierungen von dunkel zu hell, wenn man sich vertikal nach oben bewegt. Farben verändern sich vom ungesättigten Grau bis zu vollgesättigten Farben, wenn man sich radial nach außen bewegt. Farbtöne verändern sich, wenn man sich in Winkelrichtung in der Sechseck-Zentralebene bewegt.

Die für einen Hervorhebungsdrucker verfügbare Farbenskala kann dargestellt werden durch das zweidimensionale Dreieck 12 nach Fig. 2. Das ist eine Scheibe der Vollfarben-Doppelsechseck-Pyramide nach Fig. 1 in der Winkelrichtung des Hervorhebungsfarbttons.

Frühere Versuche, ein Vollfarbenbild an einem Hervorhebungsfarbdrucker zu drucken, verwendeten das Abbilden der dreidimensionalen Doppelsechseck-Pyramide nach Fig. 1 auf die zweidimensionale Dreieckfläche der Fig. 2. Der Drucker leistet sein Bestes, das Hervorhebungsfarbbild darzulegen durch Abbilden der Vollfarbenangaben in den Farbsatz, den er erzeugen kann. Bei einem solchen Abbilden werden viele unterschiedliche Farben in dem Vollfarbenraum auf die gleiche Farbe in dem Hervorhebungsfarbraum abgebildet. So geht oftmals für den Betrachter wichtige Information verloren.

US-A-4 903 048 offenbart Farbabbildung unter Benutzung von Farbmusterauslegungen im Zusammenhang mit ausgerichteter Zweifarben-Bilddarstellung zur Ausbildung von simulierten Farbbildern. Es wird eine Druckvorrichtung beschrieben, die zum Ausführen der Zweifarbenbilder benutzt wird.

US-A-4 554 241 offenbart ein Verfahren zum Drucken eines realistischen Abbildes eines Originals an einem Blatt. Zwei Druckplatten werden benutzt, um unterschiedliche Impressionen mit zwei verschiedenen Farbmedien zu drucken.

US-A-4 636 839 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erzeugen von Farb-Matt-Signalen. RGB-Farbkomponenten werden aus eingegebenen Farbton-, Sättigungs- und Luminanzwerten errechnet. Ein neuer Luminanzwert Y und Farbdifferenzkomponenten CR und CB werden aus diesen RGB-Werten errechnet. Verschiedene Algorithmen werden geoffenbart, die zur Farbberechnung benutzt werden.

US-A-4 670 780 offenbart ein Verfahren zum Anpassen von Hartkopiefarben an Anzeigefarben für ausgerichtete Farbstrahlkopierer. Eine Farbübertragung zum Anpassen von Hartkopiefarben zu

Anzeigefarben besteht aus einem MSW-Farbraum, der die Hartkopiefarbe begrenzt auf gewisse Prozentsätze von binären Farbgemischen (M), Einzelfarben (S) und Papierweiß (W). Farbdaten in XYZ werden in den MSW-Raum gewandelt, und nicht erreichbare Anzeigefarben werden zu erreichbaren Hartkopiefarben angepaßt. Korrekturen für Farbverschiebungen wegen der gegenseitigen Einwirkungen der Farbtinten werden ebenfalls geoffenbart.

US-A-4 761 669 offenbart eine elektrophotographische Hervorhebungs-Farbdruckmaschine, bei der Drucke mit wenigstens zwei unterschiedlichen Farben ausgeführt werden. Verfahren zum gleichzeitigen Übertragen von Mehrfarbbildern werden geoffenbart.

US-A-4 682 186 offenbart ein Verfahren zum Ausbilden eines Farbbildes durch Benutzen einer Vielzahl von Farbmaterialien und Steuern der Farbmaterialmengen. Wenn eine wiederzugebende Dichte die für das betreffende Farbmaterial wiedergebbare Dichte überschreitet, werden die Mengen anderer Farbmaterialien reduziert.

US-A-4 907 078 offenbart ein Verfahren zum Wiedergeben von Farbbildern, bei denen zwei ladungsgekoppelte Geräte mit unterschiedlichen Wellenlängen zum Abtasten eines Vollfarbendokuments benutzt werden. Die Ausgangssignale der ladungsgekoppelten Bauelemente werden einer Nachschautabelle zugeführt, um die angemessene Farbe in einem Zweifarbsystem zu bestimmen. Das Ausgangssignal der Tabelle wird dann auf einem Stück Papier aufgezeichnet. Das System kann für jede Kopiererart benutzt werden.

US-A-4 894 665 offenbart ein Verfahren zum Erzeugen eines erweiterten Farbsatzes bei einem Farbdrucker mit niedriger Auflösung, wobei ein Vierfarbdrucker auf 12 Farben erweitert werden kann durch Drucken eines schwarzen Punktes neben einer Linie, um die Linie dunkler erscheinen zu lassen. Zwei Algorithmen sind vorgesehen, um zu bestimmen, ob eine Linie kritisch ist und zum Verbessern einer Linie.

US-A-4 908 779 offenbart eine Anzeigemuster-Verarbeitungsvorrichtung, bei der ein System zum Wandeln eines Vollfarbenbildes in eine Anzahl anderer Formate programmiert werden kann. Ein Beispiel ist gezeigt, bei dem ein RGB-Bild in ein Zweifarbenbild gewandelt wird.

Während der angeführte Stand der Technik versucht, ein Vollfarbenbild auf ein Hervorhebungs-Farbbild abzubilden, erkennt er nicht, daß gewisse Information vom Vollfarbenbild erhalten werden sollte, in Abhängigkeit davon, wie die Farbe benutzt wird und welcher Abbildungstyp geschaffen wird. Dementsprechend geht bei diesen Geräten Information verloren.

Dementsprechend schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Abbilden von Vollfarbenabbildern auf Hervorhebungs-Farbbilder, bei denen für den Betrachter wichtige Information erhalten bleibt. Die vollgesättigte Farbe für irgendeinen bestimmten Farbton im Vollfarbenabbild wird in den Scheitel eines Farbdreiecks abgebildet, wobei sich die Position des Scheitels entsprechend dem Farbton ändert, und der Scheitel an irgendeiner Stelle innerhalb eines Dreieckes druckbarer Farben liegt. Der Satz von Scheitelstellen für unterschiedliche Farbtöne beschreibt den Satz von durch die Abbildung von vollgesättigten Farben erzeugten Hervorhebungsfarben. Für einen willkürlichen Hervorhebungsfarbton verschieben sich die vollgesättigten Farben um eine Ortskurve, bis der Farbton der Hervorhebungsfarbe auf den am weitesten rechts liegenden Scheitel des Hervorhebungs-Gesamtfarbumfangdreieckes abgebildet wird. Beim Schaffen von bildlichen Darstellungen wird das Abbilden so ausgeführt, daß sich nicht mehr Hervorhebungsfarbe in dem Abbild befindet, als im originalen Vollfarbenbild vorhanden ist.

Das grundlegende erfinderische Konzept wird in den unabhängigen Ansprüchen 1, 5, 6, 9, 13 und 14 beansprucht.

Die Erfindung wird beispielsweise mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, in welchen gleiche Bezugszeichen sich auf gleiche Elemente beziehen, und bei denen:

Fig. 1 einen dreidimensionalen Vollfarbenraum darstellt;
 Fig. 2 ein zweidimensionales Dreieck von für einen Hervorhebungsdrucker verfügbaren Farben darstellt;

Fig. 3 ein zweidimensionales Farbdreieck darstellt, das durch einen Hervorhebungsdrucker für einen bestimmten Farbton druckbar ist;

Fig. 4 einen Ort zum Abbilden vollgesättigter Farben darstellt;

Fig. 5 einen alternativen Abbildungsort für vollgesättigte Farben darstellt, der besonders für bildnerische Abbildungen nützlich ist;

Fig. 6 eine alternative Ortskurve für vollgesättigte Farben darstellt, besonders nützlich sowohl für bildnerische wie für Präsentations-Graphiken;

Fig. 7 eine Ortskurve von vollgesättigten Farben darstellt, besonders nützlich zur Präsentation von Graphikbildern für eine willkürliche Hervorhebungsfarbe;

Fig. 8 ein Sechseck vollgesättigter Farben darstellt;

Fig. 9 eine Ortskurve für vollgesättigte Farben darstellt, besonders nützlich für bildliche Darstellung bei einer willkürlichen Hervorhebungsfarbe, und

Fig. 10 ein Blockschaltbild eines Gerätes zum Abbilden eines Vollfarbenbildes auf ein Hervorhebungsfarbabbild ist.

Mit Bezug auf die Zeichnungen und insbesondere auf Fig. 3 wird nun die Abbildung von Vollfarbenbildern auf Hervorhebungsfarbabbilder beschrieben. Das Dreieck 14 definiert den Hervorhebungsfarbraum, der die unterschiedlichen für den Hervorhebungsdrucker verfügbaren Farben umfaßt. Das Dreieck 14 besitzt einen Scheitel 16 entsprechend dem vollgesättigten Farbton der Hervorhebungsfarbe. Punkte 18 und 20 definieren die jeweiligen Ausmaße von weiß bzw. schwarz, die für einen Hervorhebungsfarbdrucker verfügbar sind.

Um sowohl in Darstellungs-Graphiken, wie in bildlichen Anwendungen erwünschte Information zu erhalten, ist es erwünscht, verschiedene Farben für vollgesättigte Farbtöne in den Vollfarbenabbildern abzuleiten und weiterhin das grundsätzliche Luminanz- und Sättigungsverhalten beizubehalten. Bei einem

bestimmten Farbton wird das Dreieck 14 der möglichen Farben auf das Dreieck 22 der druckbaren Farben abgebildet. Die vollgesättigte Farbe für den bestimmten Farbton bildet sich auf den Scheitel 24 des sich ergebenden Farbdreiecks 22 ab. Die Position des Scheitels 24 verändert sich entsprechend dem Farbton. Wenn der Farbton dem der Hervorhebungsfarbe angepaßt ist, fällt der Scheitel 24 des sich ergebenden Farbdreiecks 22 mit dem Scheitel 16 des Dreiecks 14 der möglichen Farben zusammen und die Abbildung ist die Identität. Bei anderen Farbtönen befindet sich der Scheitel 24 an irgendeiner Stelle innerhalb des Dreiecks 14 von möglichen Farben. Der Satz von Scheitelpunkten für unterschiedliche Farbtöne definiert den Satz von Hervorhebungsfarben, die durch Abbilden der vollgesättigten Farben erzeugt werden.

Die Information, die erhalten werden soll, hängt davon ab, wie die Farbe eingesetzt wird. Für bildliche Darstellungen liegt der größte Teil der Information in dem Helligkeitswert (der Luminanz). Aus diesem Grund sind Schwarz-Weiß-Fotografien leicht erkennbar. Der Farbton ist bei bildlichen Abbildungen von sekundärer Wichtigkeit. Beispielsweise ist es erwünscht, ein Farbbild anzusehen, in welchem der Himmel blau, das Gras grün und die Gesichter fleischfarben sind.

Wenn Farbe zum hervorheben eines Bildes benutzt wird, stammt die abgeleitete Information von der Anwesenheit oder Nichtanwesenheit von Farbe statt einem Grauegel. Eine farbige Fläche mit der gleichen Luminanz wie eine graue Fläche sollte unterschiedlich aussehen. Hervorhebungs-Farbdokumente können sich auch im Sättigungswert unterscheiden.

Bei Darstellungs-Graphiken wie Graphiken und Karten liegt im Gegensatz dazu der größte Teil der Information im Farbton. Bei dieser Anwendung wählt man üblicherweise stark gesättigte Farben zur Aufzeichnung, und benutzt Farbtöne, um sie zu differenzieren. Ein Beispiel einer besonders anwendbaren Abbildung zur Darstellung von Graphiken wird nun beschrieben. Bei diesem Beispiel wird rot als Hervorhebungsfarbe beim Drucker benutzt. Die Rot-, Grün- und Blau-Koordinaten (r , g und b) des Voll-

farbenabbildes werden bestimmt. Jede Koordinate erstreckt sich von 0 bis 1, wobei 0 keine Farbe (schwarz) und 1 Vollfarbe bedeutet. Sobald die jeweiligen Mengen der Rot-, Grün- und Blau-Koordinaten des Vollfarbenabbildes bestimmt sind, kann die sich ergebende Hervorhebungsfarbe bestimmt werden durch Angeben der Menge von Hervorhebungsfarbe (h), weiß (w) und schwarz (k) in dem Hervorhebungsfarbbild entsprechend:

$$\begin{aligned} h &= (3\text{MAX}(r,g,b) + r - \text{MAX}(g,b) - 3\text{MIN}(r,g,b))/4 \\ w &= (g - b + \text{MAX}(g,b) - \text{MIN}(r,g))/4 + \text{MIN}(r,g,b) \\ k &= 1 - h - w. \end{aligned}$$

Die Funktion MAX gibt das Maximum ihrer Argumente weiter und die Funktion MIN gibt das Minimum ihrer Argumente weiter.

Fig. 4 stellt den Ort des Aufzeichnens vollgesättigter Farben dar, wie in dem vorherigen Beispiel ausgeführt. Die Pfeile definieren den Weg des Scheitels entsprechend den vollgesättigten Farben für bestimmte Farbtöne. Bei dieser Aufzeichnung ist jede aufgezeichnete vollgesättigte Farbe eindeutig. Exzellente Resultate werden erreicht für Präsentations-Graphikanwendungen. Jede nichtgraue Farbe wird zu einem nichtgrauen Ergebnis aufgezeichnet, und das Helligkeits/Sättigungsverhalten wird bewahrt. Das ergibt sehr gute Resultate für Hervorhebungsfarben-Anwendungen.

Wie vorstehend diskutiert, ist es wichtig, Luminanz in bildlichen Anwendungen zu bewahren. Während das vorstehende Beispiel das relative Helligkeits-Verhalten bewahrt, ist es nicht so wirksam bei der Bewahrung von Luminanz. Luminanz zählt für weiß und schwarz, jedoch enthält Luminanz auch die Empfindlichkeit des Auges für unterschiedliche Farbtöne (z.B. schaut blau dunkler als gelb aus). Solange ein Bild ziemlich erkennbar ist, können dunkle Farbtöne wie blau auf helleren Farben als helle Farbtöne, wie gelb, abgebildet werden. Noch bedeutsamer sind einige unangenehme Farbverschiebungen. Beispielsweise können, wenn Blau als Farbhervorhebung benutzt wird, unnatürlich blaue Fleischtöne in einem abgebildeten Hervorhebungsfarbbild erhalten werden.

Ein Beispiel von besser für bildliche Darstellungen geeignete Abbildungen mit Benutzung einer roten Hervorhebungsfarbe wird nachfolgend beschrieben. Bei Benutzung dieser Art von Aufzeichnung bleibt die Luminanz des Originalbildes erhalten. Zusätzlich ist niemals mehr Hervorhebungsfarbe in dem sich ergebenden Hervorhebungs-Farbabbild vorhanden als von diesem Farbton in dem originalen Vollfarbenabbild vorhanden ist. Die Luminanz des originalen Vollfarbenabbilds hängt von den Grundfarben der rgb-Farbkoordinaten ab, kann jedoch angenähert werden durch:

$$y = 1/4r + 2/3g + 1/12b,$$

wobei r , g und b die jeweiligen Ausmaße der Rot-, Grün- und Blau-Koordinaten beim Vollfarbenabbild sind. Ein sich ergebendes aufgezeichnetes Hervorhebungsfarbabbild wird bestimmt durch Einrichten von Hervorhebungsfarben (h), weiß (w) und schwarz (k) in Entsprechung mit:

$$h = \text{MIN}(4(\text{MAX}(r,g,b)-y)/3, 4(y-\text{MIN}(r,g,b))),$$

$$r = \text{MIN}(r,g,b)$$

$$w = y - h/4,$$

$$k = 1 - h - w.$$

Die Funktion MAX führt das maximale ihrer Argumente weiter und die Funktion MIN führt das minimale ihrer Argumente weiter.

Fig. 5 stellt den Ort vollgesättigter Farben dar unter Benutzung dieser Abbildung, die besonders für bildliche Darstellungen anwendbar ist.

Eine geringfügige Veränderung dieser Abbildung kann benutzt werden, um auch das Verhalten der Präsentations-Graphik zu verbessern. Wie vorstehend angezeigt, wird bei dieser Abbildung auch die Luminanz erhalten und die Menge von Hervorhebungsfarbe begrenzt auf nicht mehr als der im originalen Vollfarbenabbild vorhandenen. Zusätzlich können jedoch weitere kleine Herabminderungen bei der Menge von Hervorhebungsfarbe hergestellt werden als eine Funktion des Farbtons, um sonst ununterscheidbare vollgesättigte Farben in der Ansicht zu trennen.

Für diese Abbildung, die auch rot als Hervorhebungsfarbe benutzt, werden die folgenden zwei Begrenzungen zur Bestimmung

des sich ergebenden aufgezeichneten Hervorhebungsfarbbildes hinzugefügt:

$$h \leq (\text{MAX}(r,g,b) + r - b - \text{MIN}(r,g,b))/2$$

$$h \leq (\text{MAX}(r,g,b) - (8g + \text{MIN}(r,g,b))/9$$

Dementsprechend wird die Hervorhebungs-Farbkoordinate (h) des resultierenden abgebildeten Hervorhebungs-Farbbildes:

$$h = \text{MIN}(4(\text{MAX}(r,g,b)-y)/3, 4(y-\text{MIN}(r,g,b)), \\ r-\text{MIN}(r,g,b), (\text{MAX}(r,g,b) + r-b-\text{MIN}(r,g,b))/2, \\ \text{MAX}(r,g,b) - (8g + \text{MIN}(r,g,b))/9).$$

Fig. 6 stellt den Ort der vollgesättigten Farben für das vorstehend beschriebene Beispiel des Abbildens von Vollfarbbildern auf Hervorhebungsfarbbildern dar, das besonders anwendbar ist sowohl für bildliche Darstellungen wie für Präsentations-Graphiken. Verbessertes Verhalten wird bei Farben erreicht, die zu dem gleichen Ergebnis in dem vorherigen Beispiel abgebildet wurden. Das Entfernen von Zweideutigkeiten ermöglicht vollgesättigte Farben in der aufgezeichneten Abbildung zur weiteren Unterscheidung, während die Luminanz bewahrt und die Hervorhebungsfarbmenge begrenzt wird auf nicht mehr als der in dem originalen Vollfarbenabbild vorhandenen.

Während die vorher beschriebenen Abbildungen benutzt werden, um Vollfarbbilder auf rote Hervorhebungsfarbbilder abzubilden, kann das Abbilden verallgemeinert werden um Abbilden von Vollfarbbildern auf willkürliche Hervorhebungsfarbbilder zu ermöglichen, nicht nur auf rote Hervorhebungsfarbbilder. Das Aufzeichnen auf willkürliche Hervorhebungsfarbbilder erhält auch das allgemeine Luminanz- und Sättigungsverhalten und zeichnet vollgesättigte Farben auf eine kontinuierliche eindeutige Sammlung von Hervorhebungsfarben auf.

Fig. 7 stellt den Ort von vollgesättigten Farben speziell für einen willkürlichen Hervorhebungsfarbton dar. Um den willkürlichen Hervorhebungsfarbton zu verallgemeinern, werden die vollgesättigten Farben um das Ortskurvendreieck in Fig. 7 verschoben, bis der Farbton am rechts liegenden Scheitel des Dreiecks dem der willkürlichen Hervorhebungsfarbe entspricht.

Eine Durchführung der Umorientierung von gesättigten Farben kann ausgeführt werden durch einen einfachen Computeralgorithmus aufgrund der Farbtondefinition, die durch A.R.Smith in "Color Gamut Transform Pairs", vorgeschlagen wurde in Computer Graphics, Band 12, Nr. 3, Seiten 12-19 (1978). Ein Farbtonwert in dem Bereich $[0,6]$ wird bestimmt durch Addieren einer Nummer, die darauf beruht, welche der r-, g-, b-Komponenten am größten ist, zu einem Versatz aufgrund der relativen Stärke der zweitgrößten Komponente. Nach dieser Definition besitzt Rot (1,0,0) Farbton 0, Grün (0,1,0) Farbton 2 und Blau (0,0,1) Farbton 4. Die Sekundärfarben Gelb, Zyan und Magenta besitzen jeweils die Werte 1, 3 bzw. 5.

Der Algorithmus benutzt eine Farbtendifferenz gleich dem Farbton einer Abtastfarbe minus dem Farbton der Hervorhebungsfarbe. Eine Farbtendifferenz von 0 bezeichnet, daß die Abtastfarbe dem Farbton der Hervorhebungsfarbe angepaßt ist. Wenn die Abtastfarbe vollgesättigt ist (mindestens eine ihrer Komponenten r, g, b ist 1 und mindestens eine ist 0) und der Abtastwert dem Hervorhebungsfarbton angepaßt ist, wird sie auf dem rechts liegenden Scheitel des Dreiecks im Hervorhebungsraum aufgezeichnet. Um das Sechseck von vollgesättigten Farben nach Fig. 8 ergibt sich von der Hervorhebungsfarbe aus eine zunehmende Farbdifferenz von 0 bis 6, entsprechend der gewünschten Seite der gesättigten Farben um das Ortskurvendreieck. Unter der Annahme einer festen Abtastung (r,g,b), gibt es eine entsprechende vollgesättigte Farbe x und ihre Farbtendifferenz, einen entsprechenden Punkt ($h_x w_x$) an dem Ortsdreieck, und so ein Dreieck, in welches die Abtastung abgebildet werden muß.

Das abgebildete Ergebnis für eine Abtastfarbe (r,g,b) hängt von folgendem ab: dem Ausmaß von weiß in der Abtastung, gegeben durch die Minimalkomponente $m = \text{MIN}(r,g,b)$; dem Ausmaß von Farbe in der Abtastung, gegeben durch die Differenz $d = \text{MAX}(r,g,b) - m$; und der Position des Scheitelpunktes in Hervorhebungs/Weiß-Koordinaten (h_x, w_x). Das Ausmaß der Hervorhebung ist die Farbmenge, bemessen durch die Hervorhebungskomponente des Scheitels, $h = d h_x$. Die Weißmenge ist die Menge von weiß in der Abtastung, plus einem Term für die Weißverschiebung des

Scheitels, $w = m + d w_x$.

Die Durchführung nimmt die Form von ineinandergreifenden Bedingungen an, welche sechs Fälle ergeben, die den sechs möglichen Anordnungen von relativen Stärken der drei Farbkomponenten entsprechen. Man kann den Farbton für eine Abtastfarbe bestimmen und davon den Farbton der Hervorhebungsfarbe abziehen. Die sich ergebende Differenz kann benutzt werden, den Punkt der vollgesättigten Farbe zu bestimmen. Der Wert 0 entspricht immer dem rechten Scheitel des Dreiecks. Die Durchführung errechnet die Variable hdiff, welche die Farbtondifferenz multipliziert mit der Chrominanzmenge d ist, da diese schließlich benötigt wird, und das Kombinieren der Rechenvorgänge vermeidet eine Division. Schließlich kann das Ausmaß der Hervorhebungsfarbe und das von Weiß (oder Schwarz) bestimmt werden aus dem Ausmaß von Chrominanz und Weiß in der Originalabtastung und der Position der entsprechenden vollgesättigten Farbe. Ein in der Programmiersprache C geschriebenes Programmfragment, das das erreicht, ist:

```
/* gegeben r,g,b als die Koordinaten der Abtastfarben */
/* errechne h, w, das Ausmaß von Hervorhebungsfarbe und Weiß */
/* hlhue kommt von dem Farbton der Hervorhebungsfarbe */
/* n gibt die Dreieckgröße */
/* finde Weiß, Chrominanz und gewichtete Farbtondifferenz für
   die Abtastung */
if (r > g)
{if (g > b)/* case r > g > b */
  {m = b; d = r-b; hdiff = (1 - hlhue)*d - r + g;}
  else
  {if (r > b)/* case r > b >= g */
    {m = g; d = r - g; hdiff = (5 - hlhue)* d + r - b;}
  else /* case b >= r > g */
    {m = g; d = b -g; hdiff = (5 - hlhue)* d - b + r;}
  }}
else
{if (r > b)/* case g >= r > b */
  {m = b; d = g - b; hdiff = (1 - hlhue)*d + g - r;}
  else
```

```

    {if (g > b)/* case  $g > b \geq r$  */
    {m = r; d = g - r; hdiff = (3 - hlhue)*d - g + b;}
    else/* case  $b \geq g > r$  */
    {m = r; d = b - r; hdiff = (3 - hlhue)*d + b - g;}
    }}
    if (hdiff < 0)
    hdiff = hdiff + 6*d;

    /* bestimme Hervorhebungs- und Weiß-Ergebnis */
    if (hdiff < 2*d)/*Abbilden auf Oberseite des Ortsdreiecks*/
    {h = d - n*hdiff/2; w = d - h + m;}
    else
    {if (hdiff<4*d)/*Abbilden auf linke Seite des Ortsdreieckes*/
    {h = (1 - n)*d; w = n*(2*d - hdiff/2) + m;}
    else /* Abbilden auf Unterseite des Ortsdreieckes */
    {h = (1 - 3*n)*d + hdiff*n/2; w = m;}
    }

```

Das Programm verwendet die Variable hlhue, die von der Hervorhebungsfarbe in der nachstehend bezeichneten Weise abgeleitet ist:

```

/* gegeben die Koordinaten für die Hervorhebungsfarbe hlr, hlg,
   hlb */
/* errechne den entsprechenden Farbton-Parameter hlhue */

if (hlr > hlg)
{if (hlg > hlb) hlhue = 1 - (hlr - hlg)/(hlr - hlb);
else
{if (hlr > hlb) hlhue = 5 + (hlr - hlb)/(hlr - hlg);
else hlhue = 5 - (hlb - hlr)/(hlb - hlg);
}}
else
{if (hlr > hlb) hlhue = 1 + (hlg - hlr)/(hlg - hlb);
else
{if (hlg > hlb) hlhue = 3 - (hlg - hlb)/(hlg - hlr);
else hlhue = 3 + (hlb - hlg)/(hlb - hlr);
}}

```

Das Programm enthält auch einen Skalierungsfaktor n, der die

Größe des durch den Ort der gesättigten Farben gebildeten Dreieckes bestimmt. Um die einfache Abbildung zu replizieren, die in dem ersten Beispiel für Rot-Hervorhebung gegeben wurde, kann man $hlhue = 0$ und $n = 0,5$ benutzen. Versuche mit verschiedenen anderen Hervorhebungsfarbtönen zeigen an, daß der Wert $n = 0,5$ tatsächlich kleiner als optimal ist. Erhöhen dieses Werts erhöht die Differenzierung der gesättigten Farben auf Kosten der für das Abbilden der ungesättigten Farben verfügbaren Farben. Ein Wert von $n = 0,75$ ergibt bessere Ergebnisse. Man bemerke, daß ein Wert von $n = 1$ den Ort gesättigter Farben auf die Begrenzung von erzeugbaren Farben abbilden würde. Das würde eine maximale Differenzierung der gesättigten Farben ergeben, würde jedoch ein Drittel des gesamten Farbraumes in grau aufzeichnen.

Sobald die Hervorhebungsfarbe bekannt ist, kann der Wert von $hlhue$ errechnet werden. Dieses Ergebnis und, wenn bekannt, der gewünschte Größen-Parameter n können benutzt werden, um einiges der angedeuteten Arithmetik in dem vorstehend definierten Programmfragment zu vereinfachen. Das sollte getan werden, um das Ausmaß der für das Aufzeichnen einer einzelnen Farbe erforderlichen Berechnung zu verringern.

Man bemerke, daß einige Annahmen zur Vereinfachung dieser Abbildung getroffen werden müssen. Es wird angenommen, daß die Abtastfarben Koordinaten im Bereich $[0,1]$ besitzen und keine Vorkehrungen getroffen sind für Farben, die außerhalb des Bereiches liegen. Damit die an die Hervorhebungsfarbe angepaßten Abtastungen ungeändert durch diese Aufzeichnung hindurchgehen, muß die Hervorhebungsfarbe an der Grenze des Farbbereiches liegen.

Die vorher beschriebene Aufzeichnung ist besonders wirksam für Darstellungs-Graphiken. Sie behält das relative Helligkeits-Verhalten bei, bewahrt jedoch die Luminanz nicht vollständig. Alle gesättigten Farben werden auf unterschiedliche Nicht-neutralfarben in der Hervorhebungs/Farb-Ebene abgebildet. Die Abbildung differenziert Farben und bezeichnet auch, daß die Bereiche in dem originalen Vollfarbennbild farbig waren.

Bildliche Vollfarbendarstellungen können in willkürlichen Hervorhebungsfarben abgebildet werden, wobei Luminanz erhalten bleibt und nicht mehr von der Hervorhebungsfarbe enthalten ist, als in dem Vollfarbenbild vorhanden war. Um dies zu erreichen, muß man jedoch definieren, wieviel von einer Farbe in einer anderen Farbe vorhanden ist. Eine Art, in der dies erreicht werden kann, geschieht durch Ausdrücken von Farben in dem originalen Vollfarbenbild und in der Hervorhebungsfarbe in dem YES-Koordinatensystem. Bei diesem Koordinatensystem ist Y die Luminanz und E und S sind die Chrominanz-Komponenten. Die E-Koordinate ist die Rot/Grün-Skala und die S-Koordinate die Gelb/Blau-Skala. Mit Benutzung dieses Koordinatensystems wird das Maß von Farbähnlichkeit auf den Chrominanz-Komponenten begründet. Die Werte Y, E und S werden bestimmt in Übereinstimmung mit:

$$Y = 0,253r + 0,684g + 0,063b;$$

$$E = (r - g)/2; \text{ und}$$

$$S = (r + g)/4 - b/2.$$

Jede dieser Koordinaten wird für die Hervorhebungsfarbe und die Abtastfarbe des Vollfarbenbildes bestimmt.

Die dritte Potenz der Cosinus-Funktion wird benutzt, um die Ähnlichkeit von Farben zu messen durch Bestimmen des Cosinuswertes des Winkels zwischen Chrominanz-Vektoren. Dieses Cosinus-Maß ergibt 1, wenn die Farben ausgerichtet sind, und verringert sich auf 0, wenn die Vektoren rechtwinklig stehen. Es wird leicht errechnet aus dem Punktprodukt der Vektoren. Das Cosinus-Maß gibt die Projektion einer Farbe auf eine andere. Die YES-Koordinaten der Hervorhebungsfarbe $Y_h E_h S_h$ und die YES-Koordinaten der Abtastfarbe $Y_s E_s S_s$ werden benutzt, um die folgende Cosinus-kubierte Abbildung für Hervorhebungs- bzw. Weißmengen h bzw. w zu erhalten:

$$h = \text{MAX}(0, (E_h E_s + S_h S_s)^3 / ((E_s^2 + S_s^2) (E_h^2 + S_h^2)^2))$$

$$w = \text{MIN}(1 - h, Y_s - h Y_h)$$

$$k = 1 - h - w.$$

Fig. 9 stellt den Ort vollgesättigter Farben für eine rote Hervorhebungsfarbe dar, der mit Benutzung der Abbildung erhal-

ten wurde.

Die vorstehend beschriebene Abbildung von bildlichen Darstellungen behält die Luminanz bei, während sie sicherstellt, daß nicht mehr Hervorhebungsfarbe in dem aufgezeichneten Bild vorhanden ist als in dem Vollfarbenabbild und mit Erzeugung von natürlich aussehenden bildlichen Darstellungen.

Fig. 10 ist ein Blockschaltbild eines Druckers 100, der Vollfarbenbilder auf Hervorhebungsfarbbilder abbildet. Der Drucker 100 enthält einen Computer 110, der die für die vorstehend beschriebenen Bildaufzeichnungen erforderlichen Koordinaten bestimmt. Sobald diese Koordinaten bestimmt sind, steuert der Computer 110 den Drucker 100 zur Erzeugung der Abbildungen. Eine Druckvorrichtung, wie die in US-A-4 903 048 beschriebene, kann benutzt werden, um den Aufzeichnungsbetrieb der vorliegenden Erfindung durchzuführen.

Die Abbildungen von Vollfarbe auf Hervorhebungsfarbe, wie sie vorstehend beschrieben wurde, ergeben exzellente Ergebnisse sowohl für bildliche Darstellungen wie auch für Präsentations-Graphikanwendungen. Die Schattierungen und Färbungen für jeden Farbton werden auf ein entsprechendes Farbdreieck in der Ebene des Hervorhebungsfarbtons ~~ab~~gebildet. Der Scheitel des Dreieckes der sich ergebenden Farbe wird innerhalb des Dreieckes von möglichen Ergebnis-Farben entsprechend dem Farbton verändert. Differenzierungen werden in der sich ergebenden Farbe für die vollgesättigten Fälle geschaffen, während relative Sättigung und Helligkeits-Verhältnis bewahrt bleiben. Das Dreieck von Ergebnisfarben kann exakt an das Dreieck von möglichen Farben angepaßt sein, wenn der Originalfarbton dem Hervorhebungsfarbton angepaßt ist, wodurch Hervorhebungsfarben in einer mit Vollfarbenspezifizierungen konsistenten Weise spezifiziert werden.

Einfache Abbildungen aufgrund von Maximum- und Minimum-Funktionen werden geschaffen, wenn die benutzte Hervorhebungsfarbe rot ist. Weiter werden allgemeinere Aufzeichnungen vorgesehen, die für willkürliche Hervorhebungsfarben benutzt werden.

Wie hier so verschiedene illustrative Abbildungen vorgestellt wurden, sind viele möglich, die unterschiedliche Ergebnisse für die Bildqualität, Einfachheit der Berechnung, allgemeine Anwendbarkeit und erhaltene Information ergeben. So schließen die als Beispiele vorgestellten Aufzeichnungen keine alternativen Aufzeichnungen aus, welche Helligkeits- und Sättigungs-Verhalten behalten durch Abbilden der Farben eines bestimmten Farbtons in ein Farbdreieck innerhalb des Hervorhebungs-Farbenbereichs.

91 307 919.0

XEROX CORPORATION

P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Verfahren zum Abbilden eines Vollfarbenbildes auf ein durch einen Hervorhebungs-Farbdrucker (100), der nur zwei Farben drucken kann, erzeugbares Hervorhebungs-Farbbild, mit den Schritten:

Definieren eines im wesentlichen planaren Dreieck-Farbraumes (14), der einen vollständigen Satz von für den Hervorhebungs-Farbdrucker verfügbaren möglichen Farben umfaßt, welcher Dreieck-Farbraum zwischen zwei Punkten (18, 20), welche keine Farbe und eine vollgesättigte erste Hervorhebungsfarbe darstellen, definierte Basis (w) besitzt, und einen Scheitel (18), der einer vollgesättigten zweiten Hervorhebungsfarbe (h) des Hervorhebungs-Farbdruckers entspricht;

Bestimmen eines Ortes (24) einer vollgesättigten Farbe für einen bestimmten Farbton in dem Vollfarbenbild, innerhalb des Dreieck-Farbraumes; und

Abbilden eines Farbraumes für den bestimmten Farbton auf ein Dreieck (22) von durch den Hervorhebungs-Farbdrucker druckbaren Farben, wobei das Dreieck druckbarer Farben ein Teilsatz des Dreieck-Farbraumes ist und sein Scheitel (24) mit dem Ort der vollgesättigten Farbe des bestimmten Farbtons zusammenfällt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, das weiter die Schritte umfaßt:
Auswählen von Schwarz als der ersten Hervorhebungsfarbe;
Auswählen von Rot als der zweiten Hervorhebungsfarbe; und
Abbilden auf das Dreieck von druckbaren Farben durch:
a) Bestimmen der jeweiligen Ausmaße der Rot-, Grün- und Blau-Koordinaten (r,g,b) in dem Vollfarbenbild, wobei jede Koordinate sich zwischen 0 und 1 erstreckt, und

b) Bestimmen eines resultierenden Hervorhebungs-Farbbildes durch Spezifizieren der Ausmaße von Hervorhebungsfarbe (h), weiß (w) und schwarz (k) in dem Hervorhebungsfarbbild in Übereinstimmung mit:

$$h = (3\text{MAX}(r,g,b) + r - \text{MAX}(g,b) - 3\text{MIN}(r,g,b))/4,$$

$$w = (g - b + \text{MAX}(g,b) - \text{MIN}(r,g))/4 + \text{MIN}(r,g,b),$$

$$k = 1 - h - w.$$

3. Verfahren nach Anspruch 1, das weiter die Schritte umfaßt:
Erhalten der Luminanz des Vollfarbenbilds in dem abgebildeten Bild, wobei die Luminanz (y) bestimmt ist durch:

$$y = 1/4r + 2/3g + 1/12b;$$

wobei der Erhaltungsschritt das Abbilden auf das Dreieck von druckbaren Farben enthält durch:

a) Bestimmen der jeweiligen Ausmaße der Rot-, Grün- und Blau-Koordinaten (r,g,b) im Vollfarbenbild, von denen jede Koordinate sich zwischen 0 und 1 erstreckt, und

b) Bestimmen eines sich ergebenden abgebildeten Hervorhebungsfarbbilds durch Bestimmen der Hervorhebungsfarbe (h), weiß (w) und schwarz (k) in Übereinstimmung mit:

$$h = \text{MIN}(4(\text{MAX}(r,g,b)-y)/3, 4(y-\text{MIN}(r,g,b)), r-\text{MIN}(r,g,b)),$$

$$w = y - h/4,$$

$$k = 1 - h - w.$$

4. Verfahren nach Anspruch 3, das weiter den Schritt umfaßt:
Unterscheiden von vollgesättigten Farben in dem abgebildeten Bild durch Bestimmen des resultierenden abgebildeten Hervorhebungsfarbbilds durch Bestimmen durch h in Übereinstimmung mit:

$$h = \text{MIN}(4(\text{MAX}(r,g,b)-y)/3, 4(y-\text{MIN}(r,g,b)),$$

$$r-\text{MIN}(r,g,b), (\text{MAX}(r,g,b) + r-b-\text{MIN}(r,g,b))/2,$$

$$\text{MAX}(r,g,b) - (8g + \text{MIN}(r,g,b))/9).$$

5. Verfahren zum Abbilden eines Vollfarbenbilds auf ein willkürliches durch einen Hervorhebungs-Farbdrucker, welcher in nur zwei Farben drucken kann, erzeugbares Hervorhebungsfarbbild, mit den Schritten:

Definieren eines im wesentlichen planaren Dreieck-Farbraumes, der einen vollständigen Satz von möglichen Farben für

einen Hervorhebungs-Farbdrucker umfaßt, welcher Dreieck-Farbraum eine zwischen zwei Punkten (18, 20), welche keine Farbe und eine vollständig gesättigte erste Hervorhebungs-farbe repräsentieren, definierte Basis (w) besitzt und einen Scheitel (16) entsprechend der vollgesättigten zweiten Hervorhebungsfarbe (h) des Hervorhebungs-Farbdruckers; Bestimmen einer Ortskurve von vollgesättigten Farben in dem Farbraum;

Identifizieren des Farbtons der Hervorhebungsfarbe des Druckers;

Verschieben der vollgesättigten Farben um die Ortskurve, bis der Farbton an einer Extremstelle der Kurve relativ zur Weiß/Schwarz-Achse dem Farbton der Hervorhebungsfarbe entspricht, und

Abbilden des Farbraumes in ein Dreieck von durch den Hervorhebungs-Farbdrucker druckbaren Farben für einen bestimmten Farbton, wobei das Dreieck ein Teilsatz des Farbraums ist und seinen Scheitel mit dem Ort einer vollgesättigten Farbe des bestimmten Farbtons zusammenfallend besitzt.

6. Verfahren zum Abbilden eines Vollfarbenbilds auf ein durch einen Hervorhebungs-Farbdrucker, der in nur zwei Farben drucken kann, erzeugbares Hervorhebungsfarbbild, mit den Schritten:

Ausdrücken der Hervorhebungsfarbe und einer bestimmten Farbe des Vollfarbenbilds in Farbkoordinaten eines YES-Farbkoordinatensystems, die bestimmt werden durch die folgenden Formeln:

$$Y \text{ (Luminanz)} = 0,253r + 0,684g + 0,063b;$$

$$E \text{ (Chrominanz-Komponente Rot/Grün-Skala)} = (r-g)/2;$$

$$S \text{ (Chrominanz-Komponente Gelb/Blau-Skala)} = (r + g)/4 - b/2; \text{ und}$$

Benutzen der Farbkoordinaten der Hervorhebungsfarbe ($Y_h E_h S_h$) und der bestimmten Farbe ($Y_s E_s S_s$) zum Abbilden des Vollfarbenbilds auf ein Hervorhebungsfarbbild;

wobei bildliche Darstellungen so erzeugt werden, daß nicht mehr Hervorhebungsfarbe in dem abgebildeten Bild als im Vollfarbenbild vorhanden ist.

7. Verfahren nach Anspruch 6, das weiter die Schritte umfaßt:
Bestimmen der jeweiligen Ausmaße der Rot-, Grün- und Blau-Koordinaten (r,g,b) in der Hervorhebungsfarbe und der bestimmten Farbe, wobei sich jede Koordinate zwischen 0 und 1 erstreckt.

8. Verfahren nach Anspruch 7, das weiter den Schritt umfaßt:
Abbilden des Vollfarbenbildes auf das Hervorhebungsfarbbild durch Spezifizieren der Ausmaße der Hervorhebungsfarbe (h), weiß (w) und schwarz (k) in dem Hervorhebungsfarbbild in Übereinstimmung mit:

$$h = \text{MAX}(0, (E_h E_s + S_h S_s)^3 / ((E_s^2 + S_s^2) (E_h^2 + S_h^2)^2)),$$

$$w = \text{MIN}(1 - h, Y_s - h Y_h),$$

$$k = 1 - h - w.$$

9. Vorrichtung zum Abbilden eines Vollfarbenbildes auf ein durch einen Hervorhebungs-Farbdrucker, der in nur zwei Farben drucken kann, erzeugbares Hervorhebungsfarbbild, welche umfaßt:
Mittel zum Definieren eines im wesentlichen planaren Dreieck-Farbraumes, welcher einen vollständigen Satz von für einen Hervorhebungs-Farbdrucker möglichen Farben umfaßt, wobei der Dreieck-Farbraum eine zwischen zwei Punkten (18, 20), die keine Farbe und eine vollständig gesättigte erste Hervorhebungsfarbe darstellen, definierte Basis (w) besitzt und einen einer vollständig gesättigten zweiten Hervorhebungsfarbe (h) des Hervorhebungs-Farbdruckers entsprechenden Scheitel (16);
Mittel, um innerhalb des Dreieck-Farbraumes den Ort einer vollständig gesättigten Farbe für jeden bestimmten Farbton in dem Vollfarbenbild zu bestimmen, und
Mittel zum Abbilden des Farbraumes für den gegebenen Farbton auf ein Dreieck von durch den Hervorhebungs-Farbdrucker druckbaren Farben, wobei das Dreieck ein Teilsatz des Farbraumes ist und seinen Scheitel mit dem Ort der vollständig gesättigten Farbe des bestimmten Farbtones zusammenfallend besitzt.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, welche weiter umfaßt:

Mittel zum Bezeichnen von rot als der Hervorhebungsfarbe;
und

wobei das Abbildungsmittel enthält:

- a) Mittel zum Bestimmen der jeweiligen Ausmaße der Rot-, Grün- und Blau-Koordinaten (r,g,b) in dem Vollfarbenbild, wobei sich jede Koordinate zwischen 0 und 1 erstreckt; und
- b) Mittel zum Bestimmen eines resultierenden Hervorhebungsfarbbildes durch Angeben der Ausmaße von Hervorhebungsfarbe (h), weiß (w) und schwarz (k) in dem Hervorhebungsfarbbild in Übereinstimmung mit:

$$h = (3\text{MAX}(r,g,b) + r - \text{MAX}(g,b) - 3\text{MIN}(r,g,b))/4,$$

$$w = (g - b + \text{MAX}(g,b) - \text{MIN}(r,g))/4 + \text{MIN}(r,g,b)$$

$$k = 1 - h - w.$$

11. Vorrichtung nach Anspruch 9, die weiter umfaßt:

Mittel zum Erhalten der Luminanz des Vollfarbenbilds in dem abgebildeten Bild, wobei die Luminanz (y) bestimmt wird durch:

$$y = 1/4r + 2/3g + 1/12b;$$

das Erhaltungsmittel enthält:

- a) Mittel zum Bestimmen der jeweiligen Ausmaße der Rot-, Grün- und Blau-Koordinaten (r,g,b) in dem Vollfarbenbild, wobei jede Koordinate von 0 bis 1 reicht; und
- b) Mittel zum Bestimmen eines resultierenden abgebildeten Hervorhebungsfarbbilds durch Bestimmen von Hervorhebungsfarbe (h), weiß (w) und schwarz (k) in Übereinstimmung mit:

$$h = \text{MIN}(4(\text{MAX}(r,g,b)-y)/3, 4(y-\text{MIN}(r,g,b)), r-\text{MIN}(r,g,b)),$$

$$w = y - h/4,$$

$$k = 1 - h - w.$$

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, die weiter umfaßt:

Mittel zum Unterscheiden vollgesättigter Farben in dem abgebildeten Bild durch Bestimmen des resultierenden abgebildeten Hervorhebungsfarbbilds durch Bestimmen von h in Übereinstimmung mit:

$$h = \text{MIN}(4(\text{MAX}(r,g,b)-y)/3, 4(y-\text{MIN}(r,g,b)),$$

$$r-\text{MIN}(r,g,b), (\text{MAX}(r,g,b) + r-b-\text{MIN}(r,g,b))/2,$$

$$\text{MAX}(r,g,b) - (8g + \text{MIN}(r,g,b))/9).$$

13. Vorrichtung zum Abbilden eines Vollfarbenbildes auf ein mit einem Hervorhebungs-Farbdrucker, der nur in zwei Farben drucken kann, erzeugbares willkürliches Hervorhebungsfarbbild, welche umfaßt:
- erstes Mittel zum Definieren eines im wesentlichen planaren Dreieck-Farbraumes, der einen vollständigen Satz von für einen Hervorhebungs-Farbdrucker möglichen Farben umfaßt, wobei der Dreieck-Farbraum eine zwischen zwei keine Farbe und eine vollständig gesättigte erste Hervorhebungsfarbe darstellenden Punkten (18, 20) definierte Basis (w) besitzt und einen einer vollständig gesättigten zweiten Hervorhebungsfarbe (h) des Hervorhebungs-Farbdruckers entsprechenden Scheitel (16);
 - zweites Mittel, um in dem Farbraum eine Ortskurve von vollgesättigten Farben zu definieren;
 - Mittel zum Identifizieren des Farbtons der Hervorhebungsfarbe des Druckers;
 - Mittel zum Verschieben der vollgesättigten Farben um die Ortskurve, bis der Farbton an einer extremen Stelle der Kurve, abgelegen von der Schwarz/Weiß-Achse, dem Farbton der Hervorhebungsfarbe entspricht, und
 - Mittel zum Abbilden des Farbraumes für einen bestimmten Farbton in ein Dreieck von durch den Hervorhebungs-Farbdrucker druckbaren Farben, wobei das Dreieck ein Teilsatz des Farbraumes ist und seinen Scheitel mit dem Ort einer vollgesättigten Farbe des bestimmten Farbtons zusammenfallend besitzt.
14. Vorrichtung zum Abbilden eines Vollfarbenbilds auf ein durch einen Hervorhebungs-Farbdrucker, der in nur zwei Farben drucken kann, erzeugbares Hervorhebungsfarbbild, welche umfaßt:
- Mittel zum Ausdrücken der Hervorhebungsfarbe und einer bestimmten Farbe des Vollfarbenbilds in Farbkoordinaten eines YES-Farbkoordinatensystems, das bestimmt ist durch die folgenden Formeln:
- $$Y \text{ (Luminanz)} = 0,253r + 0,684g + 0,063b;$$
- $$E \text{ (Chrominanz-Komponente Rot/Grün-Skala)} = (r-g)/2;$$

S (Chrominanz-Komponente Gelb/Blau-Skala) =
 $(r + g)4 - b/2$; und

Mittel zum Verwenden der Farbkoordinaten der Hervorhebungsfarbe ($Y_h E_h S_h$) und der bestimmten Farbe ($Y_s E_s S_s$) zum Abbilden des Vollfarbenbilds auf ein Hervorhebungsfarbbild;

wobei bildliche Darstellungen so erzeugt werden, daß nicht mehr Hervorhebungsfarbe in dem abgebildeten Bild als im Vollfarbenbild vorhanden ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, die weiter umfaßt:

Mittel zum Bestimmen der jeweiligen Ausmaße der Rot-, Grün- und Blau-Koordinaten (r, g, b) in der Hervorhebungsfarbe und der bestimmten Farbe, wobei jede Koordinate (r, g, b) sich von 0 bis 1 erstreckt.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, die weiter umfaßt:

Mittel zum Abbilden des Vollfarbenbilds auf das Hervorhebungsfarbbild durch Benennen der Größen von Hervorhebungsfarbe (h), weiß (w) und schwarz (k) in dem Hervorhebungsfarbbild in Übereinstimmung mit:

$$h = \text{MAX}(0, (E_h E_s + S_h S_s)^3 / ((E_s^2 + S_s^2) (E_h^2 + S_h^2)^2))$$

$$w = \text{MIN}(1 - h, Y_s - h Y_h)$$

$$k = 1 - h - w.$$

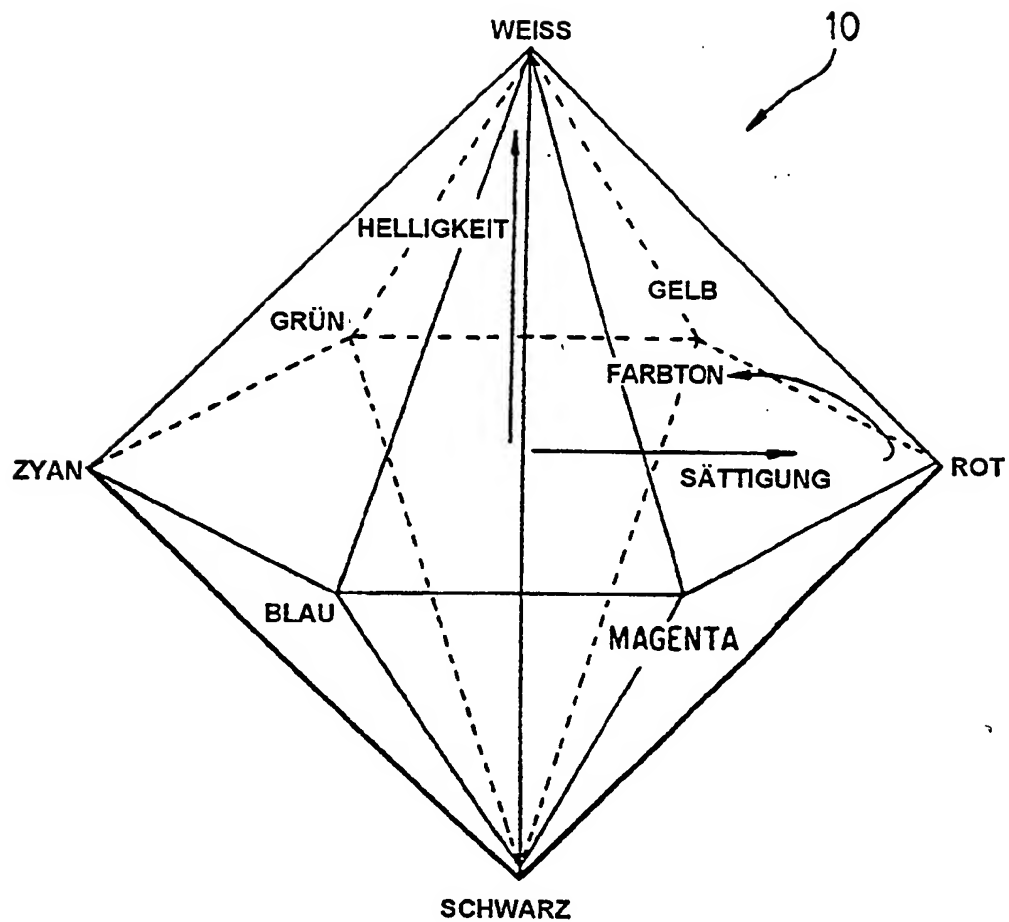


FIG. 1

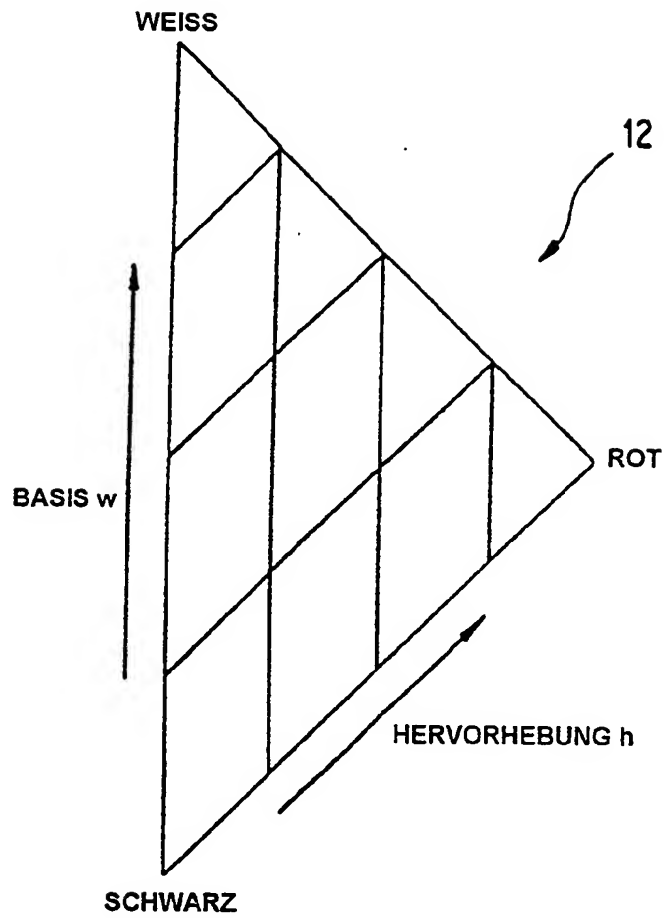


FIG. 2

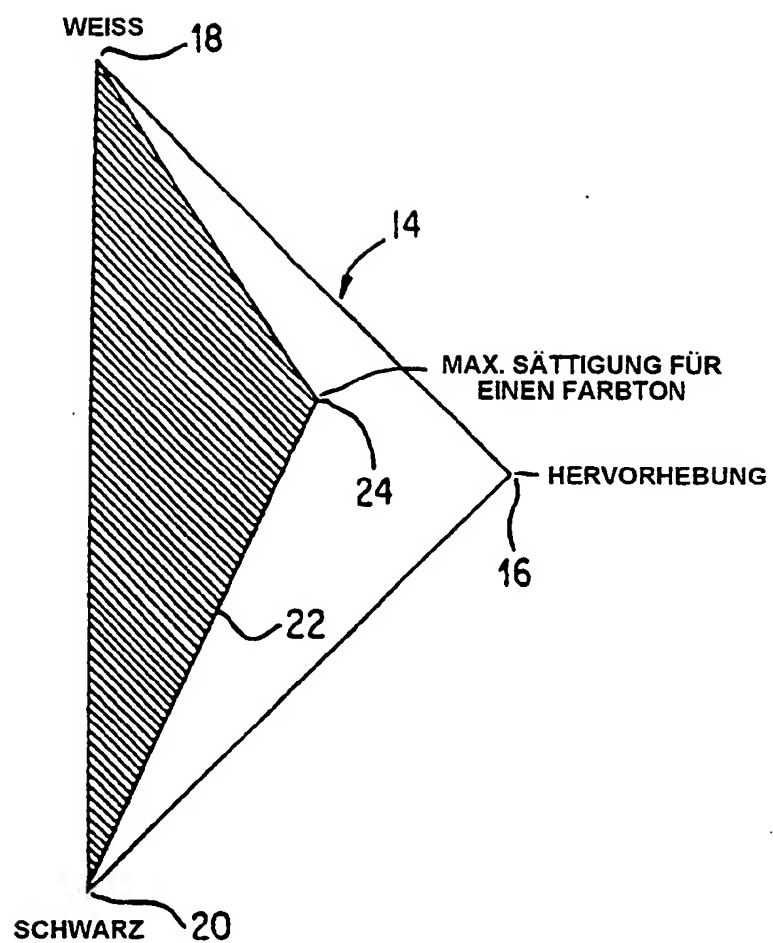


FIG. 3

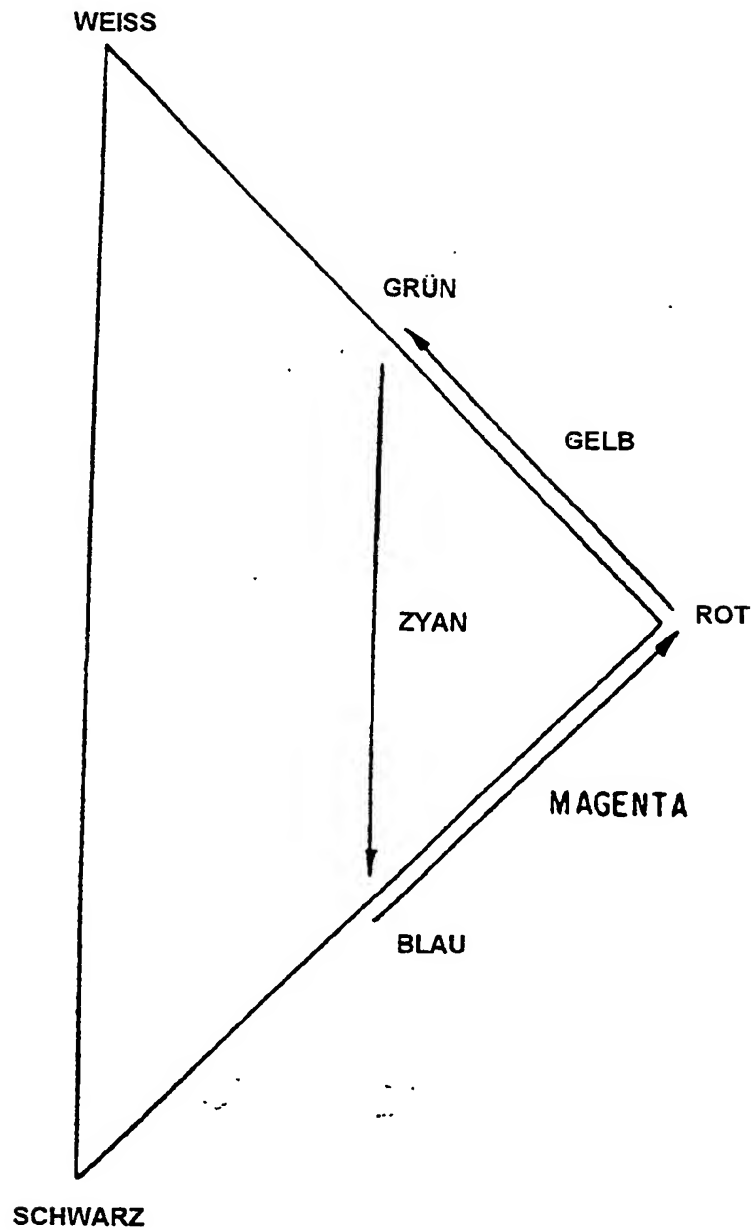


FIG. 4

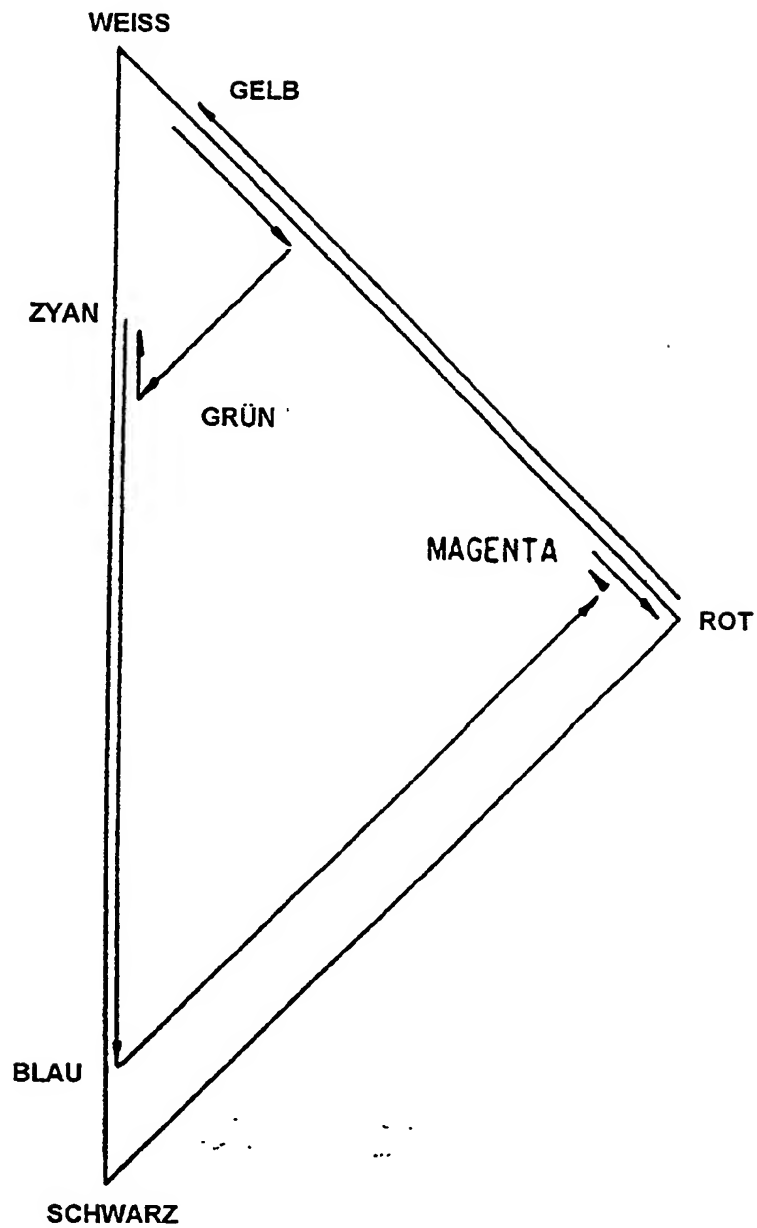


FIG. 5

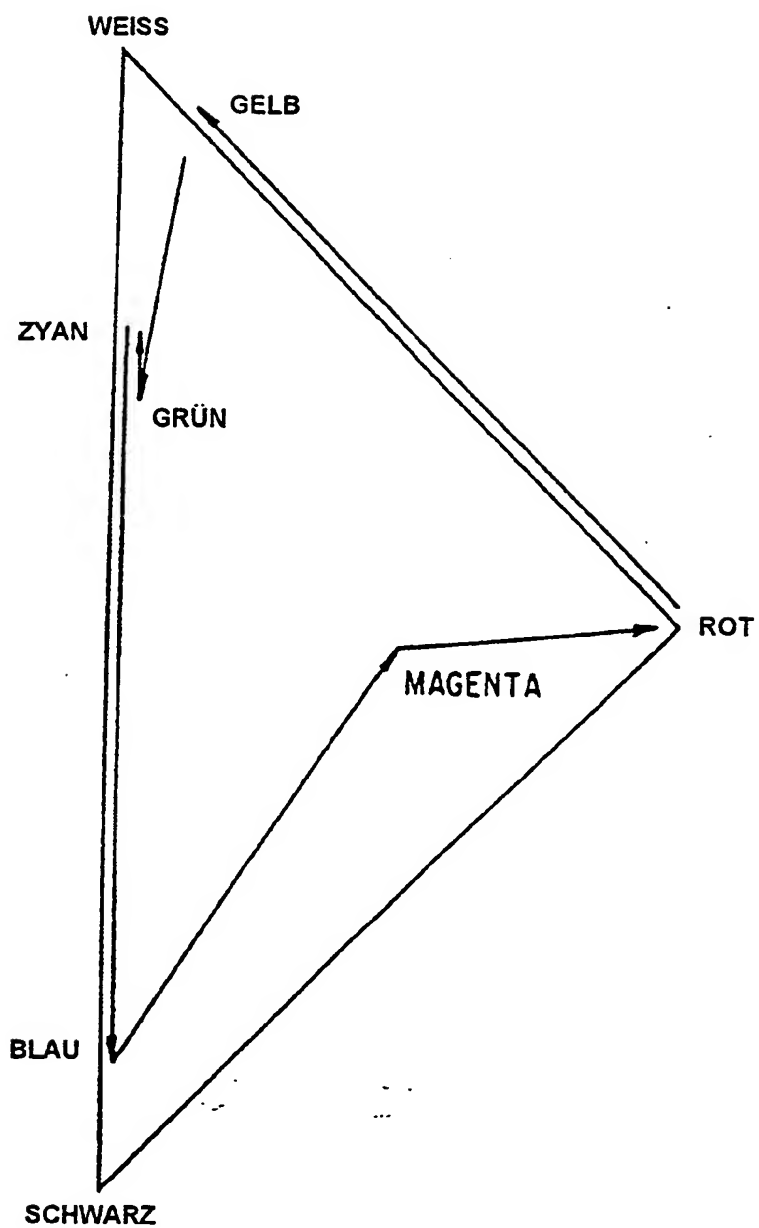


FIG. 6

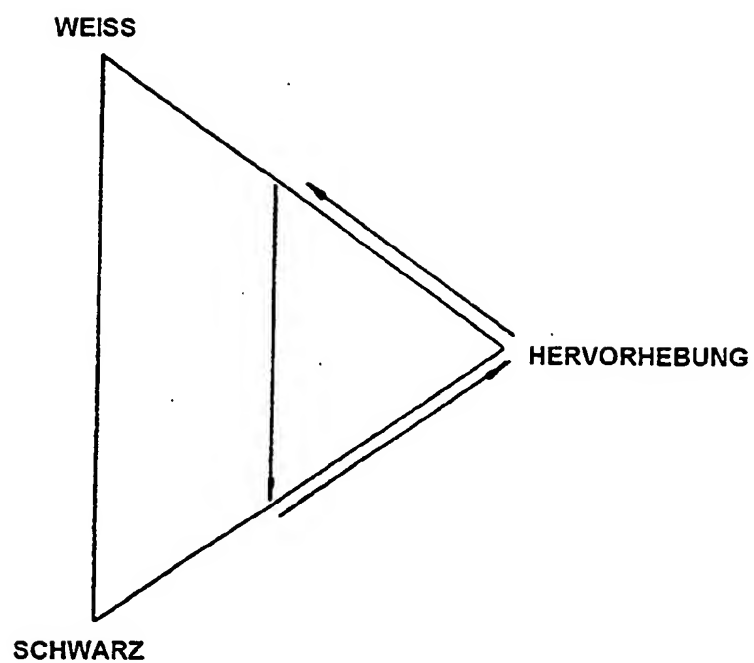


FIG. 7

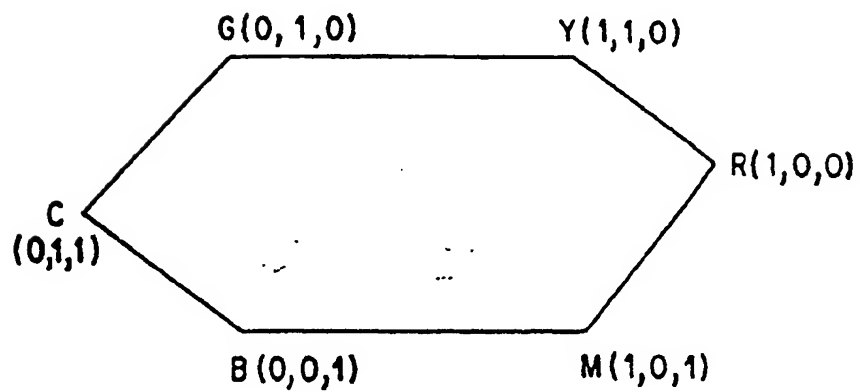


FIG. 8

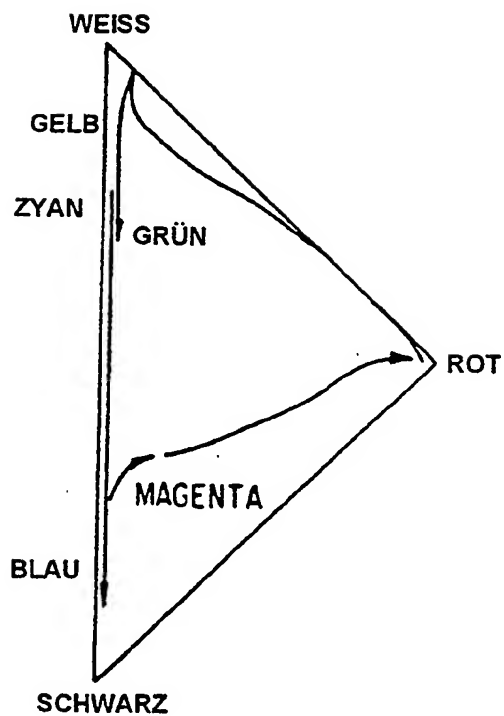


FIG. 9

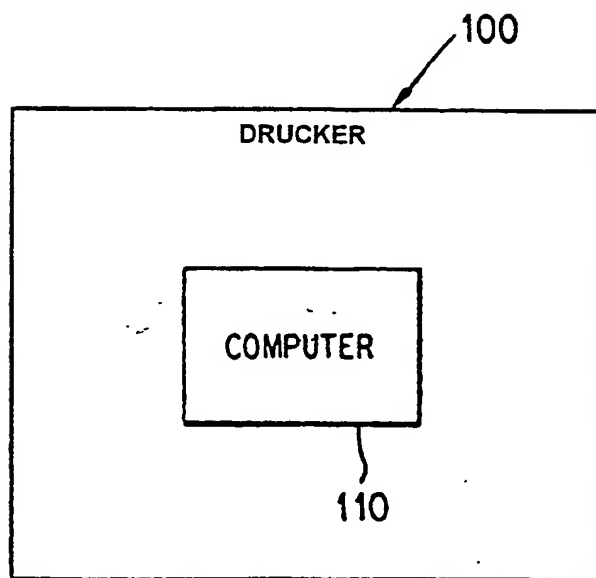


FIG. 10